

农用抗生素的应用和发展

曾 广 然

(吉林省农科院植保所)

农用抗生素是随着医用抗生素的发展而发展起来的一门新兴学科,至今不过40多年的历史。起初有些植病工作者,利用医用链霉素和土霉素防治某些果树、蔬菜病害,取得了一定的效果,因而引起了广泛的注意。到50年代后期,日本因汞制剂停止生产使用,开始加强农用抗生素的研究。1958年竹内等人筛选出灭瘟素(Blasticidin S),用于防治稻瘟病,收到显著效果。随后日本相继筛选出春日霉素(kasugamycin)、多氧霉素(Polyoxins)、有效霉素(Validamycin),都有较大批量生产,曾一度代替化学农药在农业生产上大面积应用,产品远销许多国家。尤其近几年来,日本还筛选出杀虫素和除草素,从而进一步加速了农用抗生素的发展。现在苏、美、日、德、匈、意、印度和丹麦等国,都已把农用抗生素的研究列入国家重点规划,受到特别重视。

我国农用抗生素的研究,开始于50年代初期。我国老一辈植病学家尹莘耘先生(1953)从陕西泾阳的老苜蓿根土中分离到“5406”菌株,对棉花黄(枯)萎病有一定防治效果,揭开了我国农用抗生素研究的序幕。到60年代后期,中国科学院微生物所宋大康等先生相继筛选出灭瘟素、春雷霉素、多抗霉素产生菌,前后投产,为我国农用抗生素事业作出过重大贡献。1970年国务院下发了《要积极推广微生物农药》的重要指示,进一步促进了我国农用抗生素的发展。1973年上海农药所筛选出井冈霉素产生菌,经多次诱变选出高产菌株,全国多家农药厂投产,每年使用面积达1亿亩以上,为我国农用抗生素开发积累了丰富的经验。近几年来,我国又筛选出多效霉素、公主岭霉素、抗霉菌素、测阳霉素、杀蚜素等新农抗,有的已在农业生产上发挥了积极作用,经济效益十分显著。由于国家的大力支持,广大科技工作者的努力,使我国农用抗生素事业在较短的时期内取得了迅速的发展,已成为我国植物保护工作上一项重要的措施。现分别介绍如下:

一、防治作物病害的农用抗生素

(一) 防治作物真菌病害的农用抗生素

1. 防治稻瘟病的农用抗生素

灭瘟素是日本竹内等人(1957)从和歌山县杂贺崎的土壤中分离的一株灰色产色链霉菌(*Streptomyces griseochromogenes*)所产生的一种抗生素,1PPM即完全抑制稻瘟病菌的孢子萌发,对菌丝的抑制作用比醋酸苯汞强10倍。初对小白鼠的急性较高,对人的粘膜有刺激作用,后制成氨基苄基磷酸复盐,毒性明显下降,以后又加入了醋酸钙,进一步降低了药害,减少了对粘膜的刺激作用,生产量大增,成为日本的主要农抗品种之一。生产剂型有乳剂、粉剂、可湿性粉剂等15种。它是一种胞嘧啶核苷类弱碱性水溶性抗生素,主要起直接杀菌作用,其内吸治疗作用较差。我国灭瘟素的产生菌是中国科学院微生物所(1959)从广东花县的土壤中分离到的一株灰色产色链霉菌,编号A.S.4.892,1971年

通过鉴定，先后由江西农药厂和浙江海宁农药厂小批量生产，一直吨位很小。此外，日本 Kenaro Anzai (1961) 报道另一株链霉菌能产生灭瘟素。上海农药所 (1978) 发现一株轮生链霉菌 (NO.303) 也产生灭瘟素，但均未投产。

春日霉素是日本梅泽等人 (1965) 从奈良市春日神社的土壤中分离到一株放线菌 (*S. kasugaensis*) 所产生的一种抗生素。它对稻瘟病菌孢子没有杀死作用，但喷到水稻植株后，却有良好的内吸治疗效果。它是一种碱性水溶性抗生素，属于氨基配糖体物质，主要抑制菌丝蛋白质的合成。一般使用20—40ppm即有良好的防病效果。产品有液剂、粉剂、可湿性粉剂、混合剂等。它还对绿脓杆菌有很好的治疗效果，是个医农两用的抗生素。我国春日霉素产生菌是中国科学院微生物所 (1964) 从江西泰和县的土壤中分离到的一株小金色放线菌 (*Act. microaurens*)，编号为A.S.4.730。华北制药厂生产纯品，医农两用；吉林延边农药厂生产6%可湿性粉剂，产品定名为春雷霉素。

庆丰霉素最初由杭州市农科所 (1972) 选出的，定名为“杭农”。以后由中国科学院上海植生所鉴定菌种，定名为庆丰霉菌 (*S. Qingfengmyceticus* n.sp. Saalmsipp)，产品改称庆丰霉素。它特别适于土法生产 (固体发酵)，80ppm防治叶瘟效果在60—70%，是一种胞嘧啶核苷类碱性水溶性抗生素。

此外，对稻瘟病有效的抗生素还有氨基嘌呤素 (Amipurimycin)，阿博霉素 (Aabomycin A和B)、二重霉素 (Duamycin)，抗菌素24010，抗生物质156，抗生物质SF-1293，抗生物质NA—699，微白霉素 (Albimycin)，芒霉素 (Aristeromycin)、比奥罗霉素 (Bihoromycin)，三原霉素 (Miharamycin A和B)，枝杆菌素 (Mycobacillin)，阿则霉素 (Ozemycin)，票霉素 (Piomycin)，短霉素 (Bramycin)，抗菌素1308，抗菌素1306，细格孢氮杂酸 (Tenuazonic acid) 和我国广西农科院筛选的农抗891等品种，多数停留在试验阶段，未见应用报告。

2. 防治水稻纹枯病的农用抗生素：

有效霉素是日本岩左等人 (1967) 从兵库县明石市的土壤中分离到吸水链霉菌柠檬变种 (*S. hygrosopicus* Var. limonens) 所产生的一种抗生素，1972年投产，大面积应用，是目前世界上使用面积最大的一种农抗。剂型有粉剂、液剂、片剂、混合剂等30种。它是一种多组份的弱碱性氨基环醇类抗菌素，以A组份的防效最好。田间使用50ppm时，防效高达90%以上，并有耐雨水冲刷、治疗作用强、残效期长等特点。我国有效霉素产生菌是上海农药所 (1973) 从江西井冈山地区的土壤中分离到的一株链霉菌，定名为吸水链霉菌井冈山变种 (*S. hygrosopicus* Var. linggensis)，1975年投产，称为井冈霉素，已成为我国主要农药品种之一。

多氧霉素是日本铃木等人 (1965) 从熊本县阿苏地区的土壤中分离到可可链霉菌阿苏变种 (*S. cacaoi* Var. asoensis) 所产生的一种抗生素，属于嘧啶核苷类两性水溶性抗生素，主要是抑制病原菌细胞几丁质合成酶的活性，使菌丝产生畸形，抑止孢子形成，减少二次侵染。它含有13个组份，各组份的防治对象不一，以D组份为主的制剂主要用于防治水稻枯病，后被有效霉素所取代。我国多氧霉素产生菌是中国科学院微生物所 (1967) 从安徽合肥市郊菜园土中分离到的一株放线菌，定名为金色产色链霉菌 (*S. aureochromogenes*) 编号为A.S.4.896，其抗生素称多抗霉素，目前吉林延边农药厂生产6%可湿性粉剂。

此外，对水稻纹枯病有效的抗生素还有抗生物质 SF—1293、二重霉素，博来霉素 (Bleomycin)、多醚霉素 (Polyetherin A) 等。我国上海农科院分离到 6283 菌株，产生多叶霉素 (Folimyacin)，以及华中农学院筛选出的农抗 5102、浙江农科院选出的 7823 抗生素、安徽师范大学选出的农抗 392 等对水稻纹枯病也有一定防效。

3. 防治麦类病害的农用抗生素

1960 年美国选出新农抗 P—9，使用 3 ppm 喷小麦，可完全防治小麦秆锈病。日本报道由轮生链霉菌产生的灭粉霉素 (Mildeomycin-B-98891) 对各类白粉病有较好的防效。我国辽宁锦州农科所用 15—20 ppm 的放线酮防治小麦锈病和秆锈病的防效达 66—95%。中国农科院土肥所选出的抗霉菌素 (农抗 120) 防治小麦叶锈病有一定效果。随后上海农科院选出的农抗 620，南京师范学院选出的农抗 105N₁，中国农科院原子能利用所选出的农抗 86—1，浙江农科院选出的农抗 13547，复旦大学生物系选出的农抗 886，中国科学院上海植生所选出的农抗 402 等，对小麦赤霉病均有较好的防治效果。四川省曾用庆丰霉素防治小麦白粉病，取得一定效果。中国农科院原子能利用所选出的农抗 1—178A，对小麦根腐病有较好的防效。

4. 防治作物菌核病的农用抗生素

日本 Takaoka 等人 (1970) 选出的鲷霉素 (Ezomycin) 100—200 ppm 对菜豆和油菜菌核病有好的防效，增产 20—40%。Toju Hata (1973) 报道普鲁霉素 (Prumycin F—1028) 对油菜菌核病菌有强烈的抑菌作用，盆栽试验 50 ppm 防效达 67%。近年来，上海农药所、安徽省化工所和武汉油科所筛选出 1223、1254、344、336 等菌株，温室试验 5 ppm 防效达 90% 以上。但由于田间药效不稳定，未能投产。

5. 防治经济作物病害的农用抗生素

多抗霉素是目前防治经济作物真菌病害较好的农抗，已经在我国广泛应用。中国农科院烟草所报告，对烟草赤星病 200 ppm 的防效在 70% 以上，而且提高烟叶等级，曾在山东烟区大面积推广。中国农科院甜菜所报告，用 200 ppm 防治甜菜褐斑病，防效达 70—90%，块根产量提高 10—40%，含糖率提高 3 度左右，亩产糖量提高 40—80%。中国科学院华南植物所报告，用 100—500 ppm 防治花生锈病，防效可达 60% 左右。广东英德茶场报告，喷 100 ppm 液防治茶饼病的效果达 100%。中国农科院特产所报告，100—200 ppm 防治人参黑斑病，防效达 85—94.2%，且增产参籽 24.4% 受到各参场的欢迎，至今仍在大面积推广。广东花县普遍使用 100—150 ppm 防治玫瑰花白粉病，效果很好，枝叶青绿，花色鲜艳，大大提高鲜花产量。吉林市生防站，广州市郊区蔬菜所报告，使用 200 ppm 防治黄瓜霜霉病、蔬菜苗期猝倒病、蕃茄晚疫病、瓜类枯萎病等均有较好的防效，并改善了果实品质。山东烟台林科所和上海农药厂报告，用 200 ppm 防治苹果灰斑病和梨黑斑病，防效达 80—90%，而且增加着果率和果实重量，大幅度增产。广东用 100 ppm 浸柑桔防霉保鲜，效果很好。上海农药厂报告，用 210 ppm 防治枸杞早疫病，防效达 77.3%。日本将多氧霉素广泛用于防治苹果和梨黑斑病，效果很好，产品远销美洲。

放线酮 (Actidione) 是 Whiffen 等人 (1946) 发现的一种抗真菌抗生素。日本奥田等人 (1946) 分离到一株奈良放线菌，产生奈良霉素 (即放线酮)，主要用于防治果树、蔬菜的真菌病害，以及粮食、商品和电缆驱鼠剂。中国科学院上海药物所 (1964) 分离到一株金色链霉菌 (S. aureus) 也产生放线酮，曾在湖南岳阳制药厂生产，使用 30—

50ppm防治茶叶云纹叶枯病，防效达70—80%。

灰黄霉素 (*griseofulvin*) 是1939年发现的一种抗真菌抗生素，产生菌为灰黄青霉菌 (*Penicillium griseofulvin*)，对多种真菌有效，1 ppm即可使真菌菌丝弯曲。1957年英国和日本正式用作农药，主要用于防治果树、蔬菜真菌病害。我国选出黑青霉和荨麻青霉产生灰黄霉素，曾试用于防治甜瓜蔓枯病，苹果花腐病、果树腐烂病有较好效果。

杀黑星菌素 (*Venturicidins*) 是英国 A Rhodes 等人 (1957) 选出的一种农抗，产生菌为金色链霉菌 (*S.aureofaciens* NRRL 3399)，使用20ppm即可达到克菌丹200ppm的效果，对黄瓜和苹果白粉病，蕃茄灰霉病只需20—40ppm即有显著效果。还可兽用，也可作食品防腐剂。

多效霉素是中国农科院原子能利用所从海南的土壤中分离到一株不吸水链霉菌白灰变种 (*S.ahygroscopicus* Var. *incannus*) 所产生的抗生素，含有 B、C、D、SE 四个组份，其中 B 组份对苹果和梨腐烂病、西瓜炭疽病，小麦根腐病菌抑菌效果较大；C 组份对橡胶树条溃疡病等疫霉菌，棉花、茄子黄萎病以及红麻、西瓜炭疽病菌的杀伤力特强；D 组份对多种炭疽病效果较好；SE 组份对植物无药害，对柑桔青霉、葡萄白腐病，小麦赤霉病和根腐病、棉花立枯病和枯萎病有较强的抑制性能，对甘薯根线虫有杀伤作用，并可作水果保鲜防腐剂。该素曾大面积用于防治橡胶树条溃疡病，其防效超过进口溃疡净。

抗霉素 (即农抗120) 是中国农科院土肥所选出的一种农抗，产生菌为吸水刺孢链霉菌北京变种 (*S. hygroscopicus* Beijingensis n. Var.)，是一种核糖类抗生素，与 Harinlycin 相类似，防治黄瓜、西瓜、烟草、花卉白粉病的效果均在90%以上；对大白菜黑斑病的防效在80%以上；对辣椒炭疽病的防效在85—95%；对冬瓜炭疽病的防效在80%；对蕃茄晚疫病防效在80—90%。此外，对甘薯黑斑病、棉花枯萎病、柑桔溃疡病，苹果腐烂病及褐斑病等也有一定防效。

农抗878是湖北农科院选出的一种多烯类抗生素，产生菌为 *Act, globisporus*，对苹果、桃、柑桔和棉花炭疽病有较好的效果。中国农科院原子能利用所选出的农抗BO—10 (产生菌为不吸水链霉菌武夷变种 *S.ahygroscopicus* Var. *wuyiensis*)，用于防治蕃茄叶霉病，黄瓜白粉病的效果均在90%以上。该所还选出农抗86—1，对橡胶炭疽病、人参腐病和炭疽病、葡萄白腐病、梨黑斑病、黄瓜疫霉病等有较强的杀菌作用。该所选出83—311及83—314链霉菌，其产生的抗生素对柑桔青霉和绿霉有很强的杀菌作用，有希望作为柑桔保鲜剂使用。陕西农科院选农抗3408，用固体发酵100倍液灌根防治棉花枯萎病效果达70—80%。上海农药所选出2010号菌株，产生鲎霉素；SP—120号菌株产生糖肽类抗生素—SPI—120A和B两种组份，以及磷氮霉素 (*Phosphazomycin*) 等，对黄瓜灰霉病和炭疽病有较好防效。河北省科学院生物所选出抗生素S—64 (产生菌为不吸水链霉菌S—64变种)，大田试验一次灌根防治棉花枯萎病效果高达98%以上，初得病的植株施药后，成活率高达98—100%。在40个果园大面积防治苹果树腐烂病‘治愈率达94—100%，治后不复发，不灼伤健部组织，很有希望。上海农科院选出抗生素C—125 (产生菌为丁香链霉菌松江新变种 *S. lilacinus* Var. *Songjiangensis* n. Var) 属于链丝菌类抗生素，对瓜类白粉病有良好的治疗效果。吉林市生防站报告，庆丰霉素对蔓割病防治有特效，很受菜农欢迎。

此外,日本报道卡西霉素(Capsimycin)对各种疫病(*Phytophthora Spp*)有效,盆栽试验25—50ppm防效达83—100%。新生霉素(Novobiocin)对马铃薯溃疡病、蕃茄瘿病有效。票霉素对各种白粉病、梨黑斑病、烟草赤星病有效,对植物无药害,对动物毒性低。柠檬霉素(Citromycin)对柑桔溃疡病有效。引地霉素(Hikizimycin)对梨黑斑病、烟草疫病有效。还有西德拜尔公司筛选出利可霉素(Nikkomycin)(产生菌为轮生链霉菌*S.fendaseffliger*),主要对锈病和豆类灰霉病有效,说明西德已在几年前就已开始农用抗生素的开发了。

6. 种子处理用的农用抗生素。

50年代初美国有匹马菌素(Pimaricin),荷兰有龟裂菌素(Rimocidin),主要用于防治棉花和豆类的种菌病害。60年代以来,印度先后发现金色制霉菌素(Aureofungin)和杂霉菌素(Vacicolin),主要用于防治水稻、大麦和黄麻病害。据苏联报道,先后用卡苏霉素(Casumin)、灰黄霉素、抗真菌素(Antifongin)、植细菌素(Phytobacteriomycin)、木霉素(Trichodermin)防治豆类和棉花苗期病害。1975年又选出Imbricin(产生菌为*Act.imbricatus*),对小麦腥黑穗病、根腐病、大麦坚黑穗病和谷子黑穗病有一定防效,未见田间应用报告。

我国种子处理用的抗生素,取得了很大进展。中国农科院土肥所选出内疗素,产生菌为刺孢吸水链霉菌(*S.lygrosopicus n.sp*),其主要组份为正放线酮和异放线酮,内吸性较强,能杀死种子内部潜藏的病原菌,曾在辽宁朝阳地区和陕西延安地区大面积推广,防治谷子黑穗病效果达90%以上。它对苹果树腐烂病、红松早期落叶病,橡胶白粉病,甘薯黑斑病等也有一定效果。吉林省农科院筛选出公主岭霉素,产生菌为不吸水链霉菌公主岭新变种(*S.ahygroscopicus Var.gongzhulingensis n.Var.*),分离到6个有效组份,其中C₇A属于硫色酮类抗生素,是世界上至今尚未报道的新抗。它对小麦光(网)腥黑穗病,高粱坚(散)黑穗病,谷子粒黑穗病、糜子黑穗病、莠麦黑穗病和水稻恶苗病的防治效果稳定在90%以上;对高粱和玉米丝黑穗病,水稻粒黑粉和稻曲病也有70%左右的防效。在全国16个省区推广面积5000万亩以上,普遍受到欢迎,是目前世界上杀菌谱广,防效稳定的种子处理用农抗之一。吉林白城地区农科所筛选出农抗775,产生菌为圈卷产色链霉菌淡色变775,是一种两性水溶性抗生素,田间试验防治高粱散(坚)黑穗病效果在95%以上,小麦光(网)腥黑穗病为86.7—92.2%,对糜子黑穗病为80.3—100%,对谷子粒黑穗病为53.9—83%,但一直未大面积推广。该所还筛选出农抗4265,产生菌为不吸水链霉菌4265,其主要抗生素成分和丰加霉素相同,对高粱散(坚)黑穗病有较好防效。新疆自治区农科院筛选出农抗11874,产生菌为不吸水链霉菌井冈山变种(*S.ahygroscopicus Var.jinggangshannensis n.Var*),其主要抗生素成分为放线酮,用10—15PPm液处理种子,对高粱坚黑穗病和小麦腥黑穗病的防效在90%以上,对玉米黑粉病为60%以上,已在当地大面积推广。山西农科院高粱研究所选出农抗1121,对土壤传播的高粱、玉米丝黑穗病田间防效分别为70—80%和50—60%,对种子传播的黑穗病防效可达90%以上,产生菌为活跃链霉菌海南变种(*S.actuosus Var.hainanensis n.Var.*)。用农抗878处理棉花种子,对棉花苗期炭疽病有较好防效。

此外,Eleanora Frank等人(1958)报道,用制霉菌素(Nystatin)对水稻腥黑穗病和玉米黑粉病菌做过离体最低抑菌浓度试验,表现有较高的抑菌作用。在《抗菌素生

物理化特性》(第I、II分册,人民卫生出版社)中,还列举出新潮菌素(Neohumidin)胺霉素(Aminboumycin),青兰霉素(Caerulomycin),多叶霉素,湿霉素(Humidin),吸水菌素(Hygroscopin),抗菌素59266和抗菌素FN-1636等,对玉米黑粉病菌有很高的抑菌活性。

(二) 防治作物细菌性病害的农用抗生素

自从Waksman等人(1943)发现链霉素以来,欧美各国都应用它防治苹果、梨、胡桃、柑桔和各种蔬菜的细菌性病害。日本和印度主要用于防治水稻白叶枯病,使用浓度200—500ppm,常与四环素或土霉素复配,生产农霉素(Agrimycin20和Agrimycin-100)和Streptocylene。据沈其益先生(1963)报告,用链霉素350—700ppm浸苗30—60分钟,防治柑桔溃疡病,可保证无病苗木供应新区。Ehrlich等人(1947)发现氯霉素对细菌、立克次氏体有广谱杀菌作用,曾以100—200ppm防治水稻白叶枯病。现在日本将其与碱性氯化酮混用,防治果树、蔬菜细菌性病害。日本先后分离到S. reliculi及S. chibaensis两株链霉菌产生杀枯定(又称灭孢素Celloclidin),用100—200ppm防治水稻白叶枯病。日本最近还报道了野尻霉素(Nojirimycin)引地霉素、二重霉素、间型霉素(Formycin)、芒霉素、月桂霉素(Laurusin)、SF-1836和除草素(Herbicidins)对水稻白叶枯病有较好的效果。我国安徽师范大学生物系选出的农抗294和湖北农科院选出的农抗B-3543,对水稻白叶枯病也都有一定效果。

(三) 防治作物病毒病及类菌质体病害的农用抗生素

日本木曾(1963)和平井(1965)等人发现灭瘟素有抗病毒活性,强烈抑制烟草花叶病毒核糖核酸的合成。随后相泽等人(1969)选出阿博霉素(产生菌为吸水链霉菌阿博变种)用1ppm即可抑制烟草内80% TMV的增殖,在活体上用10pp以上即有活性;它还能抑制CMV、AMV等数种植物病毒的感染,增殖和发病。近年来还报道抗病毒物质AV能使植物内吸转移,对烟草、黄瓜、蕃茄花叶病有抑制作用。月桂霉素可抑制烟草花叶病毒的增殖,并明显抑制其形成局部病斑。三原霉素A还抑制烟草花叶病毒,马铃薯x病毒、黄瓜花叶病毒和水稻条纹病毒的增殖和局部病斑的形成,用2.5ppm的盐酸盐液抑制烟草花叶病毒形成局部病斑的效果高达90%,1ppm达81%,喷雾可抑制病状出现。抗菌素NA-699,用12.5—100ppm对芜菁花叶病毒有良好防治作用,对黄瓜花叶病毒,100ppm的效果的86%,200ppm则高达100%,且无药害。其它如奥罗霉素、杀葡萄菌素、柑霉素、新抗毒物质84-B-3等对烟草花叶病毒都有一定效果。中国农科院烟草所利用放线菌发酵液试验,选出D-38-1菌株抑制烟草TMV的效果最好。此外,我国台湾省广泛应用四环素防治柑桔花叶病,取得好效果。

二、防治害虫的农用抗生素(又称杀虫素)

日本三共株式会社先后选出杀螨素(Tetranactin)和杀虫素B-41(Milbemycins)都已工业生产。前者主要用于果树、茶叶、棉花螨类的防治,对蜘蛛成虫的半致死浓度为9.3ppm,田间效果可持续32天。它对象鼻虫和子孓也有一定效果。但对鱼类毒性较大,不能在水田地区使用。后者杀虫谱较广,使用0.08ppm杀梨树螨的效果高达100%,20—50ppm杀各种螨类效果达90%以上。对豆螨以A₃、A₄最好,致死浓度在0.1ppm以下。它能杀水稻二化螟,对蚜虫和子孓也有一定效果。日本组合化学工业株式

会社选出一种杀菌两用的抗生素，用50—100ppm对各种螨类有效，并有杀卵作用，残效期20天以上；并对稻瘟病、桃褐腐病、黄瓜和蔬菜菌核病、苹果和瓜类白粉病、草莓丝壳病、草莓和花卉灰霉病、黄瓜和烟草花叶病等均有较好的防效。日本还选出杀粉蝶素（Piricidin A和B）含有16个组份，其中A和B活性较高，对家蝇、白丝粉蝶、叶螨、蚜虫有强烈的杀虫效果。还有金链菌素（Aureothin）、腐败菌素（Destruxin）、棕曲菌素（Aspochracin）和苏云金杆菌产生的内毒素和外毒素等都有较好的杀虫效果。

我国杀虫素的研究也取得了很大的进展。浙江农科院选出杀蚜素（26号杀蚜素），产生菌为浅灰链霉菌杭州变种（*S. griseolus* Var. *hangzhouensis*）。它对高粱蚜、豆蚜、棉蚜有60—80%的效果，不伤害天敌。使用7—10ppm防治柑桔锈壁虱、红蜘蛛、棉红蜘蛛有很好的触杀作用，防效达80—90%，并对七星瓢虫、草蛉、食蚜蝇、蚜茧蜂、食虫蜘蛛等天敌安全。上海农药所选出浏阳素，产生菌为灰色链霉菌浏阳变种（*S. grisens* Var. *liuyangensis*）用其20%的乳剂稀释1000—2000倍液，对棉花、柑桔蜘蛛防效达90%以上，且有杀卵作用。上海农科院选出韶关霉素，产生菌为浅黄链霉菌韶关变种（*S. flaveolus* Var. *shaoguanensis* n. Var.），对棉花、苹果、柑桔红蜘蛛，柑桔蚜虫和菜青虫的防效均在90%以上，对棉田天敌也较安全。中国农科院原子能利用所选出*78杀虫素，产生菌为放线菌*78号（*Actinomyces**78），对槐蚜、豌豆蚜致死率达99—100%，对刺吸型及咀嚼型口器害虫均有致死作用，对蚕豆蚜防效在90%以上，麦蚜、油菜蚜为80%以上，棉蚜为93%，对植物无药害，不伤害蚜虫天敌。山东济宁地区农科所选出杀虫素*48，产生菌为黑微紫链霉菌浅色变种（*S. nigroviolens* Var. *Pallans* n. Var.）对14种植物的红蜘蛛防效在90.22—100%，对菜青虫、大豆造桥虫和梨花网椿的杀虫效达80—100%。江西农业大学选出南昌霉素，产生菌为南昌链霉菌（*S. nanchangensis* n. SP.），对棉虫、菜青虫、松毛虫防效均在90%以上。广东昆虫所选出灭蚊素，对蚊子幼虫有良好效果。上海昆虫所选出杀虫素44号也有较好的杀虫效果。

三、防除杂草的农用抗生素（又称除草素）

日本田村、竹松等人（1970）首次发现放线酮具有除草活性，无论叶面或土壤处理都有显著效果，水田施药5—20克/亩，对稗草、阔叶草、牛毛草有效，且对移栽后的稻苗无害，5ppm即可使小浮萍全部枯死。宗象等人选出一株放线菌产生茴香霉素，用12.5ppm以上时，即可抑制水田稗草的生长，20ppm可杀死小浮萍；随后他们又开发了水田除草剂去草酮（methoxyphenone），能选择性地防除稗草而对水稻无害。以后又相继报道灭瘟素，戊二酰亚胺类抗生素、氯霉素、嘌呤霉素、丰加霉素、芒霉素、宜他霉素、Oxetin等都具有除草效果。值得特别提出的是，日本大林智等人（1979）选出除草霉素（Herbimycin）具有高度的选择性，对多种单子叶和双子叶杂草有很高的活性，而对水稻无害。Mamoru Arai报道，杀草素（Herbicidin A和B）对多种单子叶和双子叶植物有杀伤作用，对水稻无害，而且对水稻白叶枯病有一定防效。日本和西德共同开发的双丙氨磷，产生菌为吸水链霉菌1293，具有广谱的杀草活性，对单子叶和双子叶杀杂草均有效，适用于一年生和多年生杂草，具有内吸传导速效的特性，对水稻纹枯病菌的最低抑制浓度为0.009ppm，还对葡萄疫霉病、苹果斑点病和灰霉病菌等均有较强的抑菌活性。大林智等人选出的Phosalacine表现出强烈的杀草作用，且对稻瘟病和蔬菜软腐病有很强的抑菌活性。

四、饲料添加剂用的农用抗生素

文献报道,在饲料中加入某种抗生素,喂养兽禽,即可防治疾病,又可提高饲料的利用率15—20%,增重10—15%,大大缩短肥育时间。猪在5—6个月体重可达100公斤。牛在1—1.5年可达400—500公斤。羊在3—10个月可达30公斤。肉鸡在7—8周可达2.5公斤,已在美、英、日等国广泛使用,发展很快。国外主要用盐霉素(Salinomycin)和莫能霉素(Monensin)作为饲料添加剂,效果显著。我国50年代后期用土霉素废渣掺入饲料中喂养猪、鸡,防病增重效果都很显著。上海医工院选出一株白色链霉菌821—2产生盐霉素;北京农业大学选出*S. ciannomonensis*菌株,产生莫能霉素,对鸡球虫病有很好效果,能有效地控制球虫病的暴发,而且显示出明显的增重作用。上海农科院选出M10抗生素,用100—150ppm掺入鸡饲料内,可有效地防治鸡柔嫩艾美耳球虫病,增重率达86—99.4%。中国科学院上海药物所选出多醚类抗生素猎神霉素(Dianemycin)对鸡球虫病也有较好防效。吉林市生防站报道,在饲料中加入庆丰霉素饲养仔猪、雏鸡防治白痢有特效。

五、对今后农用抗生素研究的几点粗浅看法

综合国内外的研究和应用情况,我认为以下几个问题值得特别重视:

(一) 混合使用

日本将春日霉素、有效霉素、多氧霉素和某些化学农药混用,制成多种混合剂型,收到兼治多种病害,或兼治多种病虫害的效果。我国上海农药所将井冈霉素与多菌灵复配,防治小麦赤霉病效果很好,且有协同增效作用。吉林农科院用公主岭霉素与粉锈宁混用,可兼防高粱三种黑穗病,玉米丝黑穗病和黑粉病;与拌种双混用,可兼防小麦腥黑穗病和散黑穗病;与瑞毒霉混用,可兼防谷子粒黑穗病和白发病,已在吉林省大面积推广。中国农科院生防室将抗霉菌素与杀灭菊酯混用,对白发病、二化螟、菜青虫和花卉蚜虫有良好的兼治作用。中国农科院土肥所在内疗素中加入少量硫酸铜制成复合剂,兼治多种病害。沈其益先生报告,链霉素100—150ppm液与代森锌或什来特500—800倍液混用,可兼防白菜软腐病和霜霉病,对白菜孤丁病也有抑制作用,而且显著增产。农药混用或复配是当今世界农药的发展方向之一,既可提高药效,扩大防治对象,降低生产成本,又可减少抗药性和农药污染,好处很多。

(二) 把防治对象重点转移到经济作物上来

在我国北方,玉米面积很大,又是重要作物之一,但因其经济价值较低,许多防治病虫害的有效措施,农民不易接受。当然,玉米的有些病虫害问题,应该通过抗病虫品种和某些农业措施去解决。而目前许多经济作物病虫害问题相当严重,为果树、蔬菜、烟草、人参以及许多中草药病虫害,国内研究单位较少,问题很多,亟待有效防治措施。由于这些经济作物的经济价值较高,只要措施有效,农民容易接受。特别是对农药残留量有严格要求的特用作物,抗生素就显得更为重要。

(三) 加强农用抗生素的菌种诱变选育工作

国内外许多医用抗生素通过菌种诱变选育工作,大幅度提高产量,改善品质,收到明

显效果。农用抗生素情况也是如此。上海农药所在选出井冈霉素产生菌之时，发酵效价不到100个发酵单位，经过反复诱变选种，至今发酵效价提高到3万个单位，农药厂生产稳定在2万单位以上，因而生产成本大幅度降低，使用面积逐年扩大，这是一项成功的经验。一个抗生素投产后，不是万事皆休，应继续关心菌种的提纯、复壮和提高，才能永葆青春，发挥更好的作用。相反，我国有些抗生素如多抗霉素、多效霉素、公主岭霉素等，投产后无人过问，至今产品有效单位较低，生产成本较高，生产规模受到限制，这个教训应引以为戒。

(四) 因病虫草对象不同确定使用方式

一般地上部病虫草害问题，采用喷雾方式。对种子传播的病虫草害问题，采用种子处理方式。而对土传病虫草害问题，由于抗生素的残效期较短，一般防效，则应采用固体发酵方式往土壤里施用活菌，并采取有效措施使其在土壤中自行繁殖，充分发挥拮抗作用，达到以菌治菌或防虫的目的。

(五) 采用先进设备和先进技术筛选和创新的抗生素

日本利用微机贮存世界上全部抗生素资料，只要把新筛选出来的抗生素几项主要数据输入微机，即可迅速告知是否新抗或属于哪种抗生素类型，从而大大提高了工作效率。中国医科院抗菌素所也已开展这方面的工作，取得好的效果。美国利用遗传工程技术将大白鼠的胰岛素基因转移到大肠杆菌体上，成功地产生了胰岛素。一些经济发达、技术先进的国家也已开始这方面的探讨，以期人工创造生产多种抗生素能力的新菌株。可以预期，在本世纪末或21世纪初将获得成功。我们在这方面也应迎头赶上。

(上接第21页)

四、授粉繁殖

在我区种植的一年生种一般在6月下旬或7月上旬开花，要进行套袋混合授粉繁殖。为保持群体广泛的遗传变异性，要注意在各株上均匀套袋。多年生种在我区一般在8月上旬至9月下旬开花，这样有的种不能得到成熟的有性繁殖种子。如 *H. hirsutus*, *H. s₁rumosus*, *H. laevigatus*, *H. salicifolius* 在我区种植几年均未得到有性繁殖种子。而 *H. maximiliani* 在用根繁殖的第二年得到了有性繁殖的种子；*H. mollis* 在第三年得到了有性种子，有的多年生种能在我区田间安全越冬。如 *H. maximiliani* 在秋天浇足水后用土培好，第二年春自然发芽。不能在田间安全越冬的种，如 *H. hirsutus*, *H. strumosus*, *H. laevigatus* 等，要在秋天将根挖出用花盆装好，放于菜窖内，第二年春天4月初取出浇好水放于室内，发芽后移栽于田间，芽多的材料要分根栽植。

通过几年的努力，我们成功地繁殖了十几个向日葵野生种，其中有8个种已编入全国向日葵品种资源目录，为我国向日葵育种工作利用野生种奠定了一定的物质基础。